

## IDENTIFIKASI SEBARAN AGROFORESTRI KECAMATAN WAMPU KABUPATEN LANGKAT

Ade Oktavia Sirait

Staf Seksi Perlindungan Hutan dan Pemberdayaan Masyarakat  
Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Utara

**Abstrak:** Agroforestri memiliki peran penting dalam menghasilkan kayu dalam upaya mendukung program ketahanan pangan nasional. Akan tetapi, sebaran dari agroforestri di Kecamatan Wampu masih belum terdata dengan baik. Penelitian bertujuan untuk mengetahui sebaran, dan karakteristik agroforestri dengan menggunakan citra Landsat TM 5. Diperoleh hasil yaitu potensi lahan agroforestri Kecamatan Wampu sebesar 1.474,27 ha dengan pola secara menyebar. Volume pohon dan NDVI memiliki hubungan yang erat yaitu semakin tinggi volume pohon maka semakin tinggi juga nilai NDVI. Komponen susunan agroforestri merupakan kombinasi antara tanaman kehutanan dan pertanian dengan ratio sebesar 9 : 16, yang terdiri dari 36% tanaman kehutanan serta 64% tanaman pertanian. Agroforestri memberikan kontribusi berkisar 45,07% hasil pertanian, dan 23,29% hasil tanaman kehutanan.

Kata kunci: Agroforestri, Citralandsat, Wampu

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Kegiatan penebangan hutan yang dilanjutkan dengan kegiatan pembakaran akan menjadi dasar untuk dapat memberikan hasil panen yang relatif cukup tinggi, karena tanah sisa pembakaran dianggap masih relatif subur. Ini merupakan salah satu alasan kenapa perladangan (dengan menggunakan api) telah banyak menarik minat bagi petani yang berada di dataran rendah untuk bertani di daerah pegunungan (Vergara, 1982a dalam Hairiah, dkk, 2003). Akan tetapi, kegiatan penanaman yang secara menerus berlanjut juga sudah menimbulkan penurunan hasil panen. Hal ini dikarenakan adanya faktor penurunan kesuburan tanah. Pertanian berkelanjutan di lahan kering terutama bagian hulu (*up land*), dalam pengembangannya diperlukan sistem penggunaan lahan konservatif dan produktif secara terus menerus, tidak hanya terhadap tanah tetapi juga secara menyeluruh

sumberdaya alam, yaitu termasuk air, hutan dan daerah untuk penggembalaan (*pastures*) (Young, 1997). Agroforestri masih berkaitan dengan sistem penggunaan lahan yaitu di mana pohon yang tumbuh dapat berasosiasi dengan tanaman pertanian, ladang penggembalaan atau makanan ternak. Asosiasi ini bias berupa perputaran antara pohon dengan komponen lainnya, atau bias juga dimensi ruang, dimana komponen tersebut ditanam pada lahan yang sama.

Kegiatan praktek agroforestry telah ditemukan hamper di berbagai tempat yang ada di Indonesia termasuk agroforestri yang ada di Kabupaten Langkat, tapi penyebarannya sendiri agroforestri ini masih belum terdeteksi. Pola penyebaran agroforestri bisa diketahui dengan menggunakan ragam cara. Salah satu cara yang dapat digunakan yaitu dengan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG ini merupakan suatu teknologi yang dapat dijadikan sebagai alat bantu (*tools*) untuk

menyimpan, menganalisa, memanipulasi, serta menampilkan kembali keadaan-keadaan alam dengan bantuan data spasial dan atribut (Prahasta, 2005).

### Tujuan Penelitian

1. Untuk mengidentifikasi penyebaran agroforestri secara spasial dengan menggunakan citra Landsat TM Kecamatan Wampu.
2. Mengetahui hubungan antara volume pohon di agroforestry dengan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).
3. Mengidentifikasi beberapa karakteristik agroforestri.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Tempat penelitian adalah di Kecamatan Wampu. Pengolahan serta dilakukan di laboratorium Manajemen Hutan Terpadu Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Bahan dan Alat Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Citra Landsat TM 5 Kabupaten Langkat tahun 2006 Citra landsat TM 5 hasil rekaman sensor *Thematic Mapper*, yang dipasang pada satelit Landsat 4 dan Landsat 5. Sistem TM meliputi lebar sapuan (*scanning*) sebesar 185 km, direkam dengan menggunakan 7 saluran gelombang, yaitu 3 saluran panjang inframerah dekat, 3 saluran panjang gelombang tampak dan 1 saluran gelombang inframerah termal.
2. Data spasial (data administrasi) Kabupaten Langkat, berupa:
  - a. Peta batas desa

b. Peta batas kecamatan

c. Peta jaringan jalan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan berupa seperangkat personal computer (PC) dan *Software* ArcView 3.3 dan perangkat lunak ERDAS 8.5
2. *Global Positioning System* (GPS)
3. Kamera digital
4. Haga hypsometer
5. Phiband
6. Pita ukur
7. *Tally sheet*
8. Alat tulis menulis

### Pengolahan Data Analisis citra

Citra Landsat dianalisis dengan tujuan untuk memperoleh peta penggunaan lahan (*land use*) dari kawasan yang diteliti. Analisis citra dapat dilakukan dalam enam tahap, yang mencakup:

- a. Subset image yaitu memotong (*cropping*) citra untuk mengetahui daerah kawasan penelitian.
- b. Koreksi citra yaitu prosedur operasi untuk memperoleh data sesuai dengan aslinya. Karena hasil rekaman citra sensor penginderaan jauh bias mengalami berbagai macam distorsi akibat adanya gerakan sensor, faktor objeknya sendiri dan faktor media antara, maka perlu dipulihkan kembali.
- c. Koreksi citra terdiri dari:
  1. Koreksi Geometris Koreksi ini dilakukan sesuai dengan faktor alasan kesalahannya, yaitu kesalahan random dengan sifat distorsi geometrik untuk citra. Tujuan koreksi geometrik antara lain:
    - Melakukan perbaikan citra supaya koordinat citra

sesuai dengan koordinat geografinya

- Mencocokkan antara posisi citra satu dengan citra lainnya.
- Mencocokkan citra ke peta atau mentransformasi sistem koordinat citra pada peta, yang dapat menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

2. Koreksi Radiometrik yaitu untuk memperbaiki kesalahan akibat cacat radiometrik yaitu kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, kesalahan pada sistem optik, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari.

d. Klasifikasi citra (*Image classification*) Bertujuan untuk mengelompokkan kenampakan yang homogen dengan menggunakan teknik kuantitatif. Klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) adalah proses klasifikasi dengan tujuan pemilihan kategori informasi yang diharapkan dan memilih area training untuk tiap bagian kategori tutupan lahan yang mewakili sebagai bagian kunci interpretasi.

e. Uji ketelitian dengan menggunakan metode maksimum *likelihood*. Tujuan adalah untuk menguji kebenaran hasil interpretasi yang didapat dengan cara melakukan pengecekan langsung di lapangan serta melakukan pengukuran di titik (sampel area) yang dipilih dari setiap bentuk tutupan lahan yang sama. Dari hasil pengujian ketelitian ini akan diperoleh akurasi yang dihitung dari matriks

analisis akurasi dengan formulasi sebagai berikut:

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\sum_k X_{kk}}{N} 100\%$$

$$\text{Producer's Accuracy} = \frac{X_{kk}}{X_{k+}} 100\%$$

$$\text{User's Accuracy} = \frac{X_{kk}}{X_{+k}} 100\%$$

$$\text{Kappa Accuracy (K)} = \frac{N \sum_k X_{kk} - \sum_k X_{k+} X_{+k}}{N^2 - \sum_k X_{k+} X_{+k}} 100\%$$

### Pengolahan Data Spasial

a. Menghitung indeks vegetasi (NDVI)

Perhitungan indeks vegetasi yang digunakan yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Yaitu kombinasi antara teknik penisbahan dengan pengurangan citra. NDVI adalah salah satu indikator untuk mengetahui tingkat kekeringan lahan dan mengukur tingkat kehijauan atau kerapatan vegetasi pada suatu wilayah. Data tutupan lahan diperoleh dengan menggunakan pendekatan indeks vegetasi, dalam hal ini dipilih untuk menggunakan NDVI yang dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}$$

Keterangan :

Band 3 = RED

Band 4 = NIR

Band 4 merujuk pada band dengan kisaran panjang gelombang infra merah dekat (*Near Infra Red*), Band 3 merujuk pada band dengan kisaran panjang gelombang merah. Jika citra yang dihasilkan kurang bagus tingkat kontrasannya akibat cuaca maka klasifikasi citra yang

digunakan adalah dengan metode interpretasi.

b. Klasifikasi NDVI

Nilai NDVI antara -1 sampai dengan +1 dimana nilai yang negatif (rendah) mengidentifikasi wilayah berbatuan, pasir dan salju. Sedangkan nilai NDVI yang positif (tinggi) menunjukkan wilayah vegetasi baik berupa semak belukar, padang rumput, ataupun hutan. Untuk memudahkan mengidentifikasi penutupan lahan pada citra maka dilakukan klasifikasi yang terdiri dari 12 kelas NDVI

c. Overlay spasial NDVI dan batas administrasi

Overlay spasial adalah kegiatan menggabungkan *feature* dari dua *layer/coverage* ke dalam layer baru serta menggabungkan secara *relational* atribut *feature*-nya. Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui pola sebaran agroforestri di wilayah studi berdasarkan kelas NDVI yang telah ditentukan. Adapun operasi yang digunakan adalah *Intersect theme*.

### Wawancara

Wawancara dilakukan untuk memperoleh data mengenai kepemilikan agroforestri, penggunaan hasil agroforestri, dan motivasi pemilihan suatu jenis tanaman dibudidayakan pada praktek agroforestri serta manfaat ekonomis agroforestri berupa tambahan pendapatan masyarakat. Wawancara dilakukan kepada masyarakat dimana sampling untuk penutupan lahan diletakkan. Dalam pengambilan sampel akan digunakan metode *purposive sampling*.

### Analisis Data

Data yang diperoleh dilapangan diolah dengan menggunakan software excel. Penentuan ratio antara tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian dilakukan dengan perbandingan kerapatan relatif antara tanaman pertanian dan tanaman kehutanan yang diukur di lapangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Tutupan Lahan

Identifikasi ini dilakukan untuk menyesuaikan kondisi serta keadaan yang sebenarnya di lapangan dengan peta penelitian. Lokasi penyebaran agroforestri serta tutupan lahan di lapangan didokumentasi menggunakan kamera digital. Citra satelit Landsat TM Kecamatan Wampu pada beberapa tempat mengalami alih fungsi lahan yang tadinya permukiman dikonversi menjadi kebun sawit.

Hasil identifikasi terhadap tutupan lahan di lapangan didapat bahwa yang ada di lapangan antara lain adalah: permukiman, badan air, agroforestri, kebun kelapa sawit, kebun karet, lahan terbuka dan sawah. Oleh karena itu, klasifikasi tutupan lahan didasarkan pada tutupan lahan yang sebenarnya dari hasil pengecekan langsung di lapangan. Hasil pengecekan ini kemudian dijadikan sebagai dasar untuk proses klasifikasi citra untuk dipetakan tutupan lahan yang ada di Kecamatan Wampu.

### Klasifikasi Tutupan Lahan

Citra yang digunakan dalam klasifikasi tutupan lahan merupakan citra satelit Landsat TM 5 tahun 2006 dengan menggunakan kombinasi

saluran (band) 543, yang mana saluran 5, 4 dan 3 sangat sesuai untuk merefleksikan kondisi vegetasi. Lillesand dan Kiefer (1986) menyatakan bahwa saluran 4 (hijau) dan 5 (merah) adalah paling baik digunakan untuk mendeteksi kenampakan vegetasi. Saluran 5 lebih disukai dikarenakan pada saluran ini daya tembus atmosfer lebih baik dibandingkan dengan saluran 4 sehingga bisa menghasilkan kontras yang tinggi.

Klasifikasi tutupan lahan dilakukan untuk mengelompokkan tutupan lahan dan sebaran agroforestrinya. Sebelum proses klasifikasi terbimbing dikerjakan, sebelumnya dibuat area *training (signature)* kemudian dideliniasi dengan menggunakan AOI tools sampel wilayah untuk tiap kategori kelas yang ingin diklasifikasi. Sampel wilayah ini harus disesuaikan dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan yang diperoleh dari kegiatan pengecekan secara

langsung. Kondisi tutupan lahan ini didapat pada saat dilakukan pengecekan langsung ke lapangan. Hasil klasifikasi terbimbing diperoleh pembagian tutupan lahan dan luas areal tutupan lahan. Luas lahan yang didapat dari hasil klasifikasi citra Landsat TM 5 (*Thematic Mapper*) tahun 2006 untuk Kecamatan Wampu yaitu dengan seluas 12.172,95 ha.

Klasifikasi tutupan lahan yang didapat ini kemudian diuji ketelitiannya atau dievaluasi akurasi untuk dapat melihat nilai akurasi untuk klasifikasi yang telah dilakukan. Dilakukan pengukuran Separabilitas/pemisahan agar diperoleh kualitas dari ketelitian proses klasifikasi. Metode yang dipilih yaitu *Transformed Divergence (TD)*. Hal ini dikarenakan metode ini cocok untuk mengevaluasi separabilitas antar kelas, juga mampu memberikan perkiraan yang cocok dalam pembagian kelas (Jaya, 2002).

Tabel 3. Hasil Analisis Separabilitas Klasifikasi Citra Landsat TM 5 Untuk Kecamatan Wampu

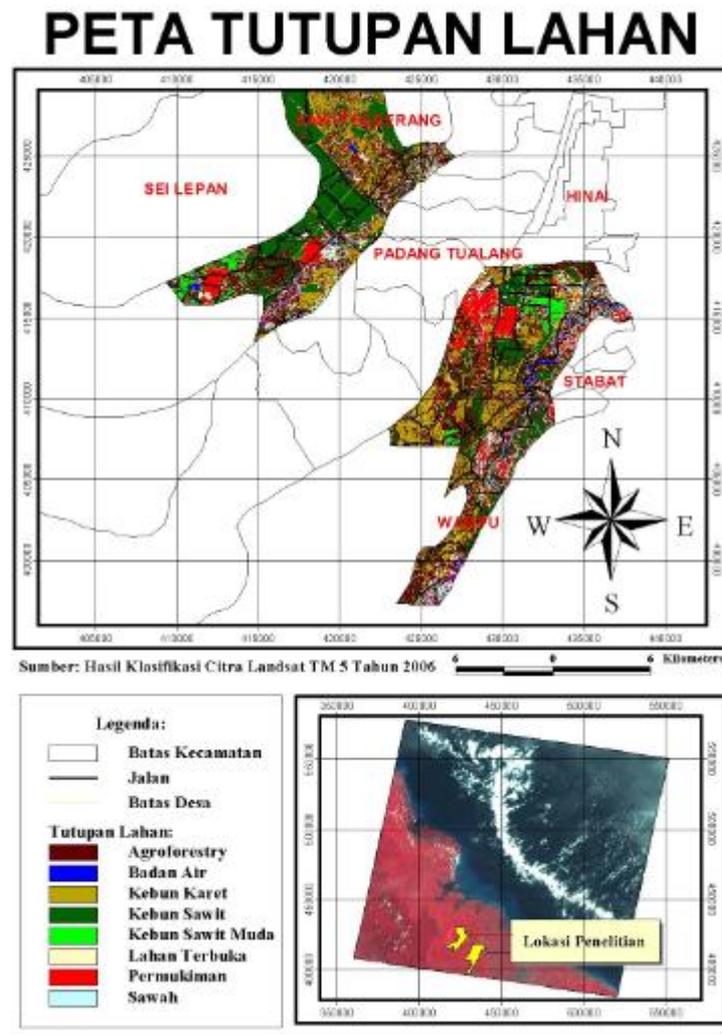
Kelas	Pemukiman	Kebun Sawit Muda	Sawah	Badan Air	Lahan Terbuka	Kebun Sawit	Kebun Karet	Agroforestry
Pemukiman	0							
Kebun Sawit Muda	2000	0						
Sawah	1999,95	2000	0					
Badan Air	2000	2000	2000	0				
Lahan Terbuka	2000	2000	2000	2000	0			
Kebun Sawit	2000	2000	2000	2000	2000	0		
Kebun Karet	2000	2000	1997,28	2000	2000	1999,99	0	
Agroforestri	2000	1999,85	1999,99	2000	2000	2000	1876,84	0



Kondisi Tutupan Lahan Riil di Lapangan Berdasarkan Pengecekan Lapangan (A) Lahan Terbuka, (B) Badan Air, (C) Kebun Karet, (D) Permukiman, (E) Agroforestry, (F) Kebun Sawit Muda, (G) Sawah, (H) Kebun Sawit.

Hasil dari analisis separabilitas dapat dilihat pada Tabel 3. Secara umum hasil analisis separabilitas menunjukkan kisaran dari baik sampai sangat baik kecuali

untuk kelas kebun karet dan agroforestri yang mempunyai kriteria separabilitas sedang dengan nilai 1.876,84.



Analisa Tutupan Lahan Penutupan lahan dikelompokkan menjadi 8 (delapan) kelas, yaitu:

1. Lahan terbuka, polanya dengan bentuk menyebar diantara kebun sawit, kebun karet dan permukiman, berwarna putih dengan tekstur halus dan luas berdasarkan klasifikasi adalah sebesar 1.599,03 ha di Kecamatan Wampu.
2. Kebun sawit, memiliki bentuk dan pola bergerombol hingga menyebar terletak diantara permukiman, lahan terbuka dan terkadang bercampur dengan agroforestry, berwarna hijau tua dan mempunyai luas sebesar 2.620,08 ha di Kecamatan Wampu.
3. Kebun sawit muda, memiliki bentuk dan pola yang bergerombol hingga menyebar terletak diantara permukiman dan lahan terbuka, berwarna hijau muda dan mempunyai luas sebesar 424,15 ha di Kecamatan Wampu.
4. Kebun karet, memiliki tekstur halus sampai kasar, warna kecoklatan hingga kuning, memiliki karakter bentuk pola bergerombol hingga menyebar terletak diantara kebun sawit, badan air, dan permukiman, mempunyai luas sebesar 2.756,13 ha di Kecamatan Wampu.
5. Permukiman, memiliki tekstur halus sampai kasar, warna

magenta, ungu kemerahan, pola disekitar jalan utama, luas sebesar 2.161,07 ha di Kecamatan Wampu.

6. Agroforestri, mempunyai bentuk dan pola yang menyebar diantara permukiman, perkebunan dan lahan terbuka, berwarna kuning hingga kuning tua, mempunyai luas sebesar 1474,27 ha di Kecamatan Wampu.
7. Sawah, mempunyai bentuk dan pola yang menyebar diantara permukiman dan perkebunan, berwarna ungu muda hingga ungu tua, mempunyai luas sebesar 981,08 ha di Kecamatan Wampu.
8. Badan air berwarna biru, untuk sungai dengan bentuk yang berkelok-kelok (*meander*), danau dengan bentuk

mengumpul dan relatif besar, genangan-genangan air berbentuk spot dengan luas sebesar 157,15 ha di Kecamatan Wampu.

### Hubungan Nilai NDVI dengan Volume Pohon

Salah satu tujuan pembuatan indeks vegetasi adalah untuk memperjelas perbedaan antara berbagai tipe penutupan lahan maupun untuk mengetahui hubungan antara volume pohon dengan nilai NDVI. Jika citra hasil dari olahan untuk setiap nilai NDVI ditampilkan dengan *grayscale*, maka akan terlihat adanya perbedaan kecerahan berdasarkan nilai NDVI. Hubungan nilai NDVI dengan volume pohon disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hubungan Nilai NDVI dengan Volume Pohon

No	Selang NDVI	Nilai Tengah	Volume/plot	Volume/ha
1	0,269 – 0,388	0,337699	4,4014	44,014
2	0,269 – 0,388	0,337699	4,9858	49,858
3	0,269 – 0,388	0,337699	4,5876	45,876
4	0,388 – 0,507	0,421991	5,4022	54,022
5	0,388 – 0,507	0,421991	5,7826	57,826
6	0,388 – 0,507	0,421991	5,6890	56,890
7	0,507 – 0,626	0,510965	8,1092	81,092
8	0,507 – 0,626	0,515648	8,3512	83,512
9	0,507 – 0,626	0,515648	8,2564	82,564
10	0,507 – 0,626	0,520331	8,6248	86,248
11	0,507 – 0,626	0,520331	8,9153	89,153
12	0,507 – 0,626	0,520331	8,9946	89,946
13	0,626 – 0,744	0,660082	9,9584	99,584
14	0,626 – 0,744	0,660082	9,6520	96,520
15	0,626 – 0,744	0,660082	9,8535	98,535
16	0,626 – 0,744	0,684232	10,1200	101,200
17	0,626 – 0,744	0,684232	10,1728	101,728
18	0,626 – 0,744	0,684232	10,2533	102,533
19	0,626 – 0,744	0,698280	11,0864	110,864
20	0,626 – 0,744	0,698280	11,1428	111,428
21	0,626 – 0,744	0,698280	11,4304	114,304
22	0,626 – 0,744	0,702963	11,8680	118,680
23	0,626 – 0,744	0,702963	12,0445	120,445
24	0,626 – 0,744	0,702963	12,2230	122,230
25	0,626 – 0,744	0,702963	12,5312	125,312
26	0,626 – 0,744	0,707646	12,6002	126,002
27	0,626 – 0,744	0,707646	12,3089	123,089

Hasil perhitungan NDVI diperoleh nilai NDVI dengan kisaran nilai antara 0,269 hingga 0,744, dengan rata-rata nilai titik tengah 0,33769 hingga 0,707646. Nilai

NDVI rendah terdapat pada plot yang memiliki volume yang rendah, sedangkan nilai NDVI tinggi terdapat pada plot yang memiliki volume yang tinggi. Hasil proses klasifikasi

NDVI yang didasarkan atas volume pohon ini menunjukkan bahwa antara NDVI dan volume pohon mempunyai hubungan yang erat, dimana jika semakin tinggi volume maka nilai NDVI yang diperoleh juga semakin tinggi. Untuk melihat hubungan antara volume dengan nilai NDVI dihitung dengan menggunakan dua model persamaan yaitu, model persamaan regresi eksponensial dan linear

### **Karakteristik Agroforestri**

Tanaman pada lahan petani agroforestri adalah tanaman yang menghasilkan buah dan dapat dijual dengan harga tinggi seperti Cempedak dan Durian. Pertimbangan

dalam pemilihan suatu jenis pohon yang ditanam adalah pohon yang dapat dipanen beberapa kali dengan biaya pemeliharaan yang rendah, mudah ditanam, dan produktif, contohnya Karet dan Durian. Para petani memanfaatkan lahan yang kosong di sela-sela pepohonan untuk menanam tanaman pertanian yang tidak mengganggu pepohonan yang ada. Tanaman pertanian yang dipilih petani umumnya adalah berupa Jagung, Ubi kayu, Pisang, dan Coklat. Hal ini dikarenakan tanaman ini merupakan tanaman yang paling banyak diminati oleh masyarakat konsumen, selain itu tanaman pertanian ini lebih cepat panen dan menghasilkan.



Lahan Agroforestri Responden

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

1. Agroforestri di Kecamatan Wampu mempunyai bentuk dan pola yang menyebar diantara permukiman, perkebunan dan lahan terbuka.
2. Proses klasifikasi NDVI yang didasarkan atas volume pohon menunjukkan bahwa antara NDVI dan volume pohon mempunyai hubungan yang erat, dimana semakin tinggi volume pohon maka nilai NDVI juga semakin tinggi.
3. Potensi volume kayu (tanaman kehutanan) pada lahan agroforestri yang ada di Kecamatan Wampu yaitu  $128.029 \text{ m}^3$ .
4. Komponen penyusun agroforestri adalah kombinasi antara tanaman pertanian dan tanaman kehutanan yang lebih didominasi oleh tanaman pertanian yang menghasilkan buah, seperti: jagung, coklat, durian, dan lain sebagainya. Ratio antara tanaman kehutanan dengan pertanian dalam lahan agroforestri responden adalah 9 :

16, dimana 36% berupa tanaman kehutanan dan 64% berupa tanaman pertanian.

### Saran

Agroforestri di Kecamatan Wampu sangat berpotensi untuk dikembangkan agar tetap berkelanjutan. Oleh karena itu, sebaiknya pemerintah lebih memperhatikan petani agroforestri dengan mengembangkan penyuluhan kepada para petani agroforestri agar praktek agroforestrinya tetap lestari dan berkelanjutan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anam, S. 2005. Menggunakan ArcInfo untuk Proyeksi Peta. Informatika: Bandung.
- Alim, L.Y. Pulungan, Deddy, B.D. Ginting, Chamidun. 2003. Sistem Agroforestry di Permukiman Transmigrasi Sebagai Alternatif Pemanfaatan Sumberdaya Alam. Makalah Pengantar Falsafah Sains. Institut Pertanian Bogor.
- Budiyanto, E. 2005. Sistem Informasi Geografis Menggunakan ArcView GIS. Andi. Yogyakarta.
- Hairiah, K.M., A. Sardjono dan S. Sabarnurdin. 2003. Pengantar Agroforestry. ICRAF. Bogor.
- Fatima, I. 2006. Nagekeo: Antara Kenyataan dan Harapan Menuju Pertanian Yang Berkelanjutan. PS Agribisnis Fakultas Pertanian. Universitas Flores Ende Nusa Tenggara Timur.
- Lahjie, M.A. 2003. Pendekatan Pengusahaan Hutan Dengan Sistem Agroforestry. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Lillesand, T.M. dan R.W. Kiefer. 1997. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley and Sons, New York.
- Lo. C.P. 1996. Terapan Penginderaan Jauh. Universitas Indonesia Press. Jakarta. Hal 24-35.
- Prahasta, E. 2005. Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Informatika: Bandung.
- Richards, J. A. 1986. Remote Sensing Digital Image Analysis An Introduction. Springer-Verlag Berlin Heidekberg: New York, London, Paris, Tokyo.
- Sutanto. 1994. Penginderaan Jauh Jilid I. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Subaryono, 2005, "Pengantar Sistem Informasi Geografis". Jurusan Teknik Geodesi, FT UGM: Yogyakarta.
- Sitompul S. M. dan D. Purnomo. 2005. Peningkatan Fungsi Agronomi Sistem Agroforestri Jati, Pinus Dengan Penggunaan Varietas Tanaman Jagung Toleran Irradiasi Rendah. Jurnal Agrosains. PS

- Agronomi Fakultas  
Pertanian Universitas  
Brawijaya dan Jurusan  
Agronomi Fakultas  
Pertanian UNS Surakarta.
- University Press.  
Yogyakarta.
- Wahyudi. 2006. Identifikasi Aspek  
Sosek Agroforestry. Balai  
Diklat Kehutanan.  
Pekanbaru.
- Widianto, N. Wijayanto, dan D.  
Suprayogo. 2003.  
Pengelolaan dan  
Pengembangan  
Agroforestry. ICRAF.  
Bogor.
- Wolf, P. R. 1993. Elemen  
Fotogrametri. Gadjah Mada
- Young A. 1997. Agroforestry for  
Soil Management (2nd  
edition). CAB International.  
Wallingford. UK